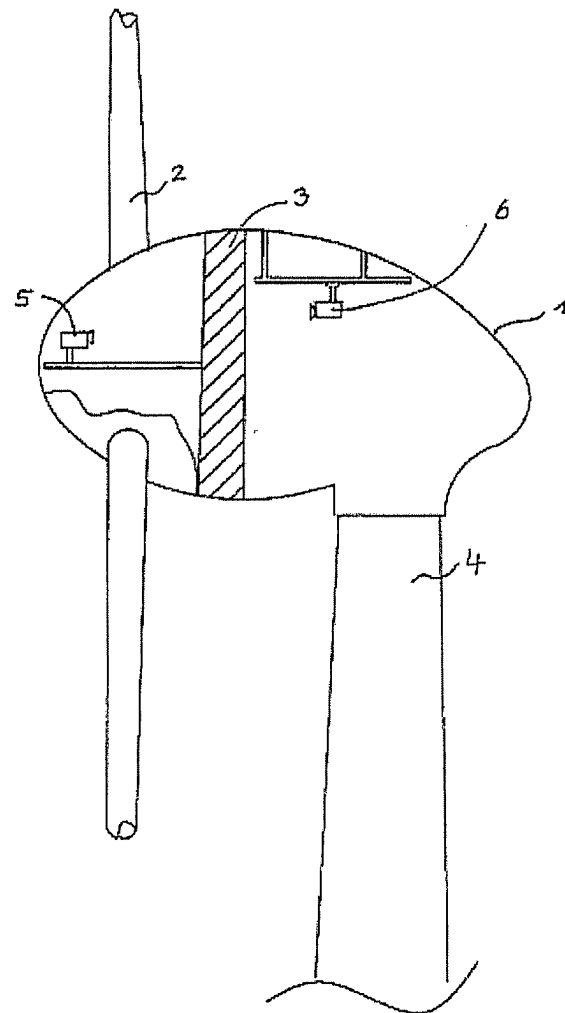


**Abstract of DE10115267**

The invention relates to a method for monitoring wind energy plants, whereby an acoustic monitoring is particularly carried out. In order to further improve the maintenance, safety and economic viability of a wind energy plant it is desirable to monitor further parameters of the wind energy plant. The aim of the invention is thus to improve the monitoring of wind energy plants. A method for monitoring a wind energy plant thus comprises an arrangement whereby the sound arising in said region is recorded, by means of a sound pick-up, preferably in the interior of the wind energy plant where electrical or mechanical units are applied and the further arrangement therein of an optical recorder, for example a camera, the camera directed or capable of being directed towards the origin of said sounds.





①9 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 15 267 A 1**

⑤1 Int. Cl.7:  
**F 03 D 7/02**  
H 04 N 5/225

②1 Aktenzeichen: 101 15 267.1  
②2 Anmeldetag: 28. 3. 2001  
④3 Offenlegungstag: 10. 10. 2002

**DE 101 15 267 A 1**

⑦1 Anmelder:  
Wobben, Aloys, Dipl.-Ing., 26607 Aurich, DE

⑦4 Vertreter:  
Eisenführ, Speiser & Partner, 28195 Bremen

⑦2 Erfinder:  
gleich Anmelder

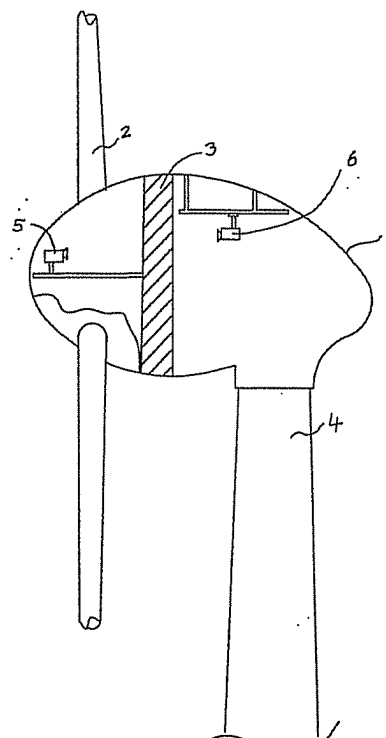
⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 199 48 194 C2  
DE 197 31 918 A1  
DE 195 34 404 A1  
DE 196 09 242 U1  
WO 99 36 695 A1  
WO 81 03 702 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Überwachung einer Windenergieanlage

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung von Windenergieanlagen, wobei insbesondere eine akustische Überwachung durchgeführt wird.  
Zur weiteren Verbesserung der Wartung, der Sicherheit und der Wirtschaftlichkeit einer Windeinergieanlage ist es wünschenswert, weitere Parameter der Windenergieanlage zu überwachen. Der Erfindung liegt daher das Problem zugrunde, eine Überwachung von Windenergieanlagen zu verbessern.  
Verfahren zur Überwachung einer Windenergieanlage, wobei im Innern der Windenergieanlage bevorzugt dort, wo elektrische oder mechanische Einheiten zum Einsatz kommen, mittels eines Schallaufnehmers der dort entstehende Schall aufgenommen wird, wobei ferner ein optischer Aufnehmer, z. B. eine Kamera, vorgesehen ist, die auf den Ort entstehenden Schalls gerichtet oder ausrichtbar ist.



**DE 101 15 267 A 1**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung von Windenergieanlagen, wobei insbesondere eine akustische Überwachung durchgeführt wird.

[0002] Für eine effektive Nutzung von Windenergieanlagen ist es vorteilhaft, die Regelung und die Betriebsführung einer Windenergieanlage derart auszuführen, daß ein vollautomatischer Betrieb der Anlage sichergestellt ist. Jede andere Verfahrensweise, die ein manuelles Eingreifen im normalen Betriebsverlauf erfordert, ist aus wirtschaftlichen Überlegungen unakzeptabel. Zur weiteren Steigerung der Wirtschaftlichkeit der Anlage sollte die Regelung derart erfolgen, daß in jedem Betriebszustand ein möglichst hoher Energiewandlungsgrad erzielt wird. Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Regelung und bei der Betriebsführung einer Windenergieanlage ist die Betriebssicherheit. Technische Störungen und umweltbedingte Gefahrenzustände müssen erkannt und die vorhandenen Sicherheitsschaltungen ausgelöst werden. Ferner kann ein Regelungssystem zur Verminderung der mechanischen Belastung der Windenergieanlage beitragen.

[0003] Bei der Überwachung von Windenergieanlagen ist es ebenfalls wünschenswert, daß eine Fernanalyse durchgeführt werden kann. Dies hat den Vorteil, daß die Erfassung der jeweiligen Betriebsdaten zentral erfolgen kann. Eine derartige Fernüberwachung kann zu einer Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Anlage sowie zu einer Erhöhung der durchschnittlichen Verfügbarkeit der Anlage führen. Dabei werden beispielsweise die Betriebsdaten von einer Service-Zentrale bzw. einer Fernüberwachungszentrale abgefragt und analysiert. Durch eine Analyse der eingegangenen Parameter können zum einen auftretende Probleme frühzeitig erkannt werden und zum anderen können die Betriebsdaten wichtige Hinweise auf die Ertrags- und Winddaten für die Entwicklungsabteilung liefern. Eine Analyse dieser Daten durch die Entwicklungsabteilung kann zu Verbesserungen an der Windenergieanlage führen.

[0004] Bei einer bekannten Windenergieanlage werden beispielsweise regelmäßig folgende Parameter sensorisch überwacht: Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Luftdichte, Drehzahl pro Minute (Mittel- und Extremwerte), Temperaturen, Ströme, Spannungen, Schaltimpuls, Blitzeinschläge (Ereigniszähler), etc.

[0005] Eine Analyse der eingegangenen Parameter durch die Fernüberwachungszentrale kann zu einer Verbesserung des Vorort-Services führen, da die Fernüberwachungszentrale dem Vorort-Service genaue Hinweise bezüglich der Fehlerquellen geben kann.

[0006] Zur weiteren Verbesserung der Wartung, der Sicherheit und der Wirtschaftlichkeit einer Windenergieanlage ist es wünschenswert, weitere Parameter der Windenergieanlage zu überwachen. Der Erfindung liegt daher das Problem zugrunde, eine Überwachung von Windenergieanlagen zu verbessern.

[0007] Die Erfindung löst die Aufgabe mit einem Verfahren mit dem Merkmal nach Anspruch 1. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0008] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß eine verbesserte Fehlerfrüherkennung zur Vermeidung von Folgeschäden durchgeführt werden kann. Dies kann beispielsweise zur Erkennung von losen Schraubenverbindungen, von elektrischen Fehlern im Generatorbereich, beim Wechselrichter oder beim Transformator und von Verschleiß oder Eisansatz an den Rotorblättern im Frühstadium führen.

[0009] Zur akustischen Überwachung von Windenergieanlagen kann erfindungsgemäß auch ein Referenz-Geräuschspektrum einer Anlage oder Teile davon aufgenommen und gespeichert werden. Das Betriebs-Geräuschspektrum kann während des Betriebes kontinuierlich oder wiederkehrend aufgenommen und mit dem gespeicherten Referenzspektrum verglichen und Abweichungen zwischen diesen beiden Spektren können erfaßt werden. Anstatt ein Referenz-Geräuschspektrum einer Windenergieanlage aufzunehmen, kann auch auf ein bereits gespeichertes Referenzgeräuschspektrum einer Windkraftanlage zurückgegriffen werden.

[0010] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung werden die erfaßten Abweichungen zwischen dem Betriebs- und Referenz-Geräuschspektrum an eine Fernüberwachungszentrale übermittelt, um zentral analysiert zu werden.

[0011] Vorteilhafterweise können ebenso die ursprünglichen, von einem Schallaufnehmer aufgenommenen Geräusche, die die Abweichung zwischen dem Betriebs- und dem Referenzspektrum hervorgerufen haben, an die Fernüberwachungszentrale übermittelt, damit das Bedienpersonal der Zentrale die Geräusche durch Hören selbst überprüfen kann.

[0012] Hierbei ist es besonders vorteilhaft, aus den ursprünglichen Geräuschen ein Geräuschmuster zu bilden und wiederum aus diesen Geräuschmustern eine akustische Datenbank aufzubauen.

[0013] Sind die Abweichungen zwischen dem Betriebs- und dem Referenzspektrum größer als ein vorgegebener Schwellwert, so wird die Windenergieanlage gegebenenfalls abgeschaltet.

[0014] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben.

[0015] Erfindungsgemäß wird bei einem Probetrieb einer Windenergieanlage jeweils ein typisches Referenz-Geräuschspektrum bzw. Referenz-Geräuschprofil der Windenergieanlage für bestimmte Betriebsbereiche wie beispielsweise Teillast oder Nennlast aufgezeichnet und in einer Datenspeicher gespeichert. Bei baugleichen Windenergieanlagen ist es ebenfalls möglich, ein bereits gespeichertes Referenz-Geräuschspektrum zu verwenden, anstatt ein spezielles Referenz-Geräuschspektrum der Anlage aufzunehmen. Zur Aufnahme des Geräuschspektrums sind mehrere Aufstellorte von Schallaufnehmern in der Windenergieanlage möglich. Beispielsweise können die Rotorblätter, der Generator bzw. der Antriebsstrang und die Elektronik überwacht werden. Zur Überwachung der Rotorblätter wird ein Schallaufnehmer beispielsweise außen am Turm, zur Überwachung des Generators und des Antriebsstranges wird ein Schallaufnehmer in der Gondel und zur Überwachung der Elektronik wird ein Schallaufnehmer im Turmfuß bzw. in der Trafostation angebracht. Die Aufstellpositionen der Schallaufnehmer sollten zwischen der Aufnahme des Referenz-Geräuschspektrums und des Betriebs-Geräuschspektrums nicht verändert werden.

[0016] Beim Betrieb der Windenergieanlage wird der jeweilige Schall (beispielsweise als Frequenzspektrum von 0,1 Hz bis 30 KHz) in Abhängigkeit von dem Betriebspunkt bzw. Arbeitsbereich wie beispielsweise von 0 KW bis zur Nennleistung aufgenommen. Dieser Betriebsschall wird mit dem Referenz-Geräuschspektrum verglichen und ausgewertet.

[0017] Bei der Erfassung des Betriebs-Geräuschspektrums wird zuerst der Arbeitsbereich bzw. der Betriebsbereich der Windenergieanlage bestimmt, um das Betriebs-Geräuschspektrum des jeweiligen Bereiches mit dem entsprechenden Referenz-Geräuschspektrum zu vergleichen. Treten dabei Abweichungen auf, die einen vorbestimmten Schwellwert überschreiten, erfolgt eine Fehlermeldung, die

zur Fernüberwachungszentrale gemeldet wird, und gegebenenfalls ein manuelles (durch die Zentrale) oder automatisches Abschalten der Windenergieanlage.

[0018] Bei der Erfassung einer den Schwellwert überschreitenden Abweichung zwischen dem Betriebs- und dem Referenz-Geräuschspektrum wird, wie vorstehend beschrieben, eine Fehlermeldung an eine Fernüberwachungszentrale übermittelt. In der Fernüberwachungszentrale kann eine genaue Analyse der Fehlermeldung bzw. der Abweichungen erfolgen. Das Bedienpersonal der Fernüberwachungszentrale kann gegebenenfalls schnell auf eine Fehlermeldung reagieren und diese Fehlermeldung an das Wartungspersonal vor Ort übermitteln. So kann eine Fehlerfrüherkennung rechtzeitig erfolgen und derartige Fehler können durch das Wartungspersonal schnell behoben werden. Desweiteren können dadurch Folgeschäden vermieden werden. Durch eine derartige Verbesserung der Wartung und Instandhaltung der Windenergieanlage kann die durchschnittliche Verfügbarkeit der Anlage und somit die Wirtschaftlichkeit der Anlage erhöht werden.

[0019] Zur Verbesserung der Fehlerdiagnose kann das durch einen Schallaufnehmer aufgenommene ursprüngliche Geräusch, das die Abweichung zwischen dem Betriebs- und dem Referenzspektrum verursacht hat, an die Fernüberwachungszentrale übermittelt werden. Dort kann sich das Bedienpersonal die in Frage kommenden Geräusche differenzierter anhören und gegebenenfalls Maßnahmen ergreifen. Eine derartige Vorgehensweise ist wünschenswert, da das menschliche Ohr empfindlicher und selektiver auf bestimmte Geräusche reagiert als eine Signalverarbeitungseinrichtung.

[0020] Zur Entlastung des Bedienpersonals der Fernüberwachungszentrale können aus den ursprünglichen Geräuschen (Audiosignalen) Geräuschmuster gebildet sowie aus diesen Mustern eine akustische Datenbank aufgebaut werden. Eine Signalverarbeitungseinrichtung vergleicht die aufgenommenen Geräusche einer Windenergieanlage mit den gespeicherten Geräuschmustern und trifft bereits eine Vorauswahl der möglichen Fehlerursachen. Beispielsweise können die aufgenommenen Audiosignale digitalisiert und in Geräuschmuster umgewandelt und dann digital weiterverarbeitet werden. Das Bedienpersonal der Fernüberwachungszentrale kann sich somit das Geräusch anhören und hat dabei bereits mögliche, von der Signalverarbeitungseinrichtung vorgeschlagene Fehlerursachen zur Hand. Diese Vorgehensweise kann zu einer Verbesserung und Entlastung des Arbeitsplatzes für das Bedienpersonal der Fernüberwachungszentrale führen und die Überwachung effizienter gestalten.

[0021] Außerdem ist es möglich, durch Aufbau einer Datenbank, in der alle Abweichungen zwischen dem Betriebs- und dem Referenz-Geräuschspektrum zeitlich gespeichert sind, Erkenntnisse über die Ursache und den zeitlichen Verlauf eines Fehlers zu gewinnen. Außerdem können die Daten dieser Datenbank mit Daten der anderen Betriebsparameter wie beispielsweise Windgeschwindigkeit, Temperatur, Strom, Spannung, etc. verglichen werden. Aus dem Vergleich dieser Daten kann möglicherweise eine Korrelation bei der Fehlerentwicklung gefunden werden. Derartige Hinweise wären für die Entwicklungsabteilung sehr wertvoll, da diese Erkenntnisse bei der Entwicklung neuer Anlagen und bei der Weiterentwicklung bestehender Anlagen eingebracht werden können.

[0022] Es kann eine Kamera (optischer Aufnehmer) in der Gondel vorgesehen sein. Diese Kamera benötigt eine Aufhängung. Diese Aufhängung kann z. B. ein Teleskoparm sein, der in geeigneter Weise verfahrbar/schwenkbar ist. Natürlich kann auch die Kamera an diesem Teleskoparm wie-

derum verschwenkbar angebracht sein, so dass sich mehrere Freiheitsgrade ergeben.

[0023] Alternativ kann die Kamera an einer in Längsrichtung der Gondel verlaufenden Schiene verfahrbar angebracht sein. Auch hier kann die Kamera selbst natürlich wieder schwenkbar angelenkt sein.

[0024] Eine besonders vorteilhafte Lösung ist eine Anordnung der Kamera an einer kreisrund oder elliptisch geformten Schiene. Oder die Führungsschiene für die Kamera verläuft so, dass nicht nur Vorderansichten der in der Gondel vorhandenen Einrichtungen, z. B. Generatoren, mit der Kamera aufgezeichnet werden können, sondern die Kamera ist über eine entsprechend ausgebildete Führungsschiene z. B. über einen Schaltschrank verfahrbar und erlaubt sogar einen Blick in diesen Schrank (z. B. bei transparenten Schrankwänden).

[0025] Natürlich ist solch ein System unter Umständen aufwändig. Im Gegensatz dazu kann eine einfache und wenig aufwändige Befestigung der Kamera an einer zentralen Stelle in der Gondel mit einer fest vorgegebenen Ausrichtung erfolgen. Oder die Kamera wird an dieser Stelle ortsfest, jedoch um eine (z. B. vertikale) Achse schwenkbar angebracht. Bei einem ausreichenden Öffnungswinkel des Objektivs erlaubt die Kamera durchaus einen Rundblick durch die Gondel – mit Ausnahme eines außerhalb des Öffnungswinkels liegenden Bereiches am Boden bzw. an der Decke der Gondel. Diese Einschränkung ließe sich bei einer ortsfesten Kamera durch einen zweiten Freiheitsgrad (schwenkbar um eine horizontale Achse) wenigstens teilweise beheben.

[0026] In einer weiteren Variante der Erfindung können für die Kamera Wechselobjekte bzw. Wechseloptiken vorgesehen sein. So können je nach Anwendungsfall Teleobjekte bei ortsfester Montage eingesetzt werden, um (relativ) weit entfernte Einzelheiten erfassen zu können. Ein Weitwinkelobjektiv erlaubt, einen Überblick über die Gondel zu gewinnen. Weiterhin kann z. B. eine Infrarot-Optik eingesetzt werden, um thermische Situationen zu erfassen.

[0027] Diese Optiken bzw. Objektive können in einer einfachen Ausführungsform von Wartungspersonal vor Ort ausgewechselt werden, wenn z. B. eine Servicezentrale bestimmte optische/thermische Informationen gewinnen möchte. In einer besonders komfortablen Ausführungsform kann dieser Wechsel ferngesteuert von einer Zentrale aus erfolgen.

[0028] Entsprechend den örtlichen bzw. anlagentechnischen Gegebenheiten können natürlich auch mehrere Kameras vorgesehen sein. So kann z. B. eine Kamera in der Gondel vorgesehen sein. Diese Kamera kann demnach den ihr zugewandten Teil des Ringgenerators erfassen, jedoch natürlich nicht den abgewandten (rotornabenseitigen) Teil des Generators sowie Einzelheiten in der Rotornabe selbst, der Blattbefestigung, etc. Hierzu kann eine weitere Kamera im Bereich der Rotornabe vorgesehen sein.

[0029] Noch eine weitere Kamera kann im Bereich des Turmfußes bzw. im Bereich des Transformators vorgesehen sein, um auch dort einen visuellen Eindruck gewinnen zu können. Diese Möglichkeit einer Visualisierung kann soweit gehen, bestimmte optische Anzeigen, die vielleicht für Wartungspersonal vorgesehen sind, oder in der Anlage angezeigte Zählerstände unabhängig von einer Fernüberwachung der Anlage zu erfassen.

[0030] Natürlich ist zur Erfassung eines Bildes Licht erforderlich, sofern eben ein Bild im Bereich des sichtbaren Lichtes aufgenommen werden soll. Dieses Licht kann einerseits von Lichtquellen kommen, die zur Ausleuchtung der Anlage z. B. bei Wartungsarbeiten ohnehin vorgesehen sind. Andererseits kann dieses Licht auch oder zusätzlich von separate(n) Lichtquelle(n) kommen, welche die Ausleuchtung

verbessern sollen. Zur Ausleuchtung des Gondelinneren kann aber auch vorgesehen sein, einen Teil der Gondel mit einem transparenten Gehäuse zu versehen, so dass natürliches Licht in die Gondel einfallen kann und somit die Gondel tagsüber ausleuchtet.

[0031] Diese Lichtquelle(n) können getrennt von der Kamera angeordnet und simultan mit der Kamera ein- und ausgeschaltet und verfahren werden. Alternativ können diese Lichtquelle(n) auch mechanisch mit der Kamera verbunden sein und durch die Ausrichtung in Blickrichtung der Kamera stets den Bereich vor der Kamera ausleuchten.

[0032] Wiederum alternativ können Lichtquelle(n) und/oder Kamera(s) jeweils einzeln oder auch gemeinsam fernbedient oder durch eine Automatik gesteuert werden. Tritt beispielsweise ein Schallereignis auf, das eindeutig zu identifizieren ist und auf ein bestimmtes Ereignis hinweist, so können nach der Erfassung dieses Schallereignisses Kamera(s) und/oder Lichtquelle(n) eingeschaltet und in vorbestimmte Positionen gebracht werden. Auf diese Weise kann ein Suchen der Schallquelle/Störung entfallen und die Kamera(s) und Lichtquelle(n) sind schnellstmöglich darauf ausgerichtet.

[0033] Die Ausrichtung kann einerseits auf Grund festgelegter Koordinatenangaben erfolgen, die entweder als Absolutwerte oder als Relativwerte zu der aktuellen Kameraposition erzeugt werden. Andererseits kann die Ausrichtung auch derart erfolgen, dass bei erkannter Position der Störung diese z. B. durch eine Lichtquelle markiert wird und die Kamera sich selbsttätig darauf ausrichtet und bei Bedarf zusätzliche Lichtquelle(n) aktiviert werden.

[0034] So kann z. B. analog zu einer Anzeige von Störungen elektronischer Baugruppen in komplexen Geräten, die durch eine aktive LED auf der Baugruppe erfolgen kann, eine Lichtquelle an der gestörten Komponente der Anlage eingeschaltet werden. Die Kamera kann sich dann auf Grund unterschiedlicher Helligkeitswerte, gerade bei im Übrigen noch dunkler Anlage, auf diese Position ausrichten.

[0035] Eine weitere Möglichkeit der Kamera- bzw. Scheinwerferausrichtung ergibt sich mittels Richtmikrofon(en), die entweder an Referenzpositionen angeordnet und in vorgegebenen Richtungen ausgerichtet sind, oder die mit der Kamera gekoppelt sind und so lange eine Schwenkbewegung der Kamera herbeiführen, bis der erfasste Schall einen Maximalwert erreicht. Bei hinreichend kleinem Öffnungswinkel des Richtmikrofons ist die Kamera dann auf die Schallquelle ausgerichtet.

[0036] Bei Richtmikrofonen an Referenzpositionen müssen die unterschiedlichen Signale der einzelnen Mikrofone erfasst und ausgewertet werden. Daraus kann dann wie bei einer Peilung die Richtung der Schallquelle ermittelt werden.

[0037] Demnach kann also das erfasste Schallereignis eine Steuerungsautomatik auslösen, die Kamera(s) und Lichtquelle(n) automatisch in die (hoffentlich) richtige Position steuert. Natürlich kann auch eine automatische Bild/Ton-Aufzeichnung und/oder Übertragung, z. B. zu einer Überwachungszentrale, durchgeführt werden.

[0038] Das erfasste Schallereignis kann aber auch nur zur Signalisierung in der Überwachungszentrale verwendet werden, um das Auftreten einer Störung anzuzeigen. Die Steuerung der Kamera erfolgt dann von der Überwachungszentrale aus, und alle vorstehend durch eine Automatik ausgeführten Steuerungsvorgänge können natürlich auch durch eine manuelle Fernsteuerung aus der Zentrale vorgenommen werden.

[0039] Zur Orientierung bei einer manuellen Steuerung können wiederum akustische Daten (von einem Richtmikrofon), optische Daten (von einer Kamera) oder Kombinationen davon oder andere Daten verwendet werden. Demnach kann bei einem eindeutigen Schallereignis dieses auch zur Überwachungszentrale übertragen und dort ausgewertet werden.

nen davon oder andere Daten verwendet werden. Demnach kann bei einem eindeutigen Schallereignis dieses auch zur Überwachungszentrale übertragen und dort ausgewertet werden.

[0040] Erfolgt die Auswertung z. B. auf der Basis eines vorhandenen Referenzdaten-Bestandes, kann dem Bediener sodann die erforderliche Kamera- bzw. Lichtquelle(n)-Ausrichtung angegeben werden. Der Bediener kann dann Kamera(s) und Lichtquelle(n) an Hand dieser Vorgaben steuern. Natürlich kann der Bediener Kamera(s) und Lichtquelle(n) auch online an Hand von (in Echtzeit) übertragenen visuellen bzw. akustischen Daten steuern.

[0041] Auch der Gedanke der Bereitstellung der Bilder im Internet, z. B. für den Betreiber der Anlage, ist eine Variante der Erfindung. Hier könnte die Priorisierung der zu übertragenden Daten eine Rolle spielen, indem z. B. Betriebsdaten und/oder Fernwirkdaten stets einen Vorrang vor derartigen Bild- und/oder Schalldaten haben.

[0042] Eine Anordnung der Überwachungseinrichtung im Bereich der Gondel kann durch wechselnde Windrichtungen zu zufälligen Kamerablickrichtungen führen, wobei die Hauptwindrichtung natürlich wiederum eine Vorzugsrichtung bildet. Die Kamera kann aber einerseits auch in einer von dieser Hauptwindrichtung abweichenden Richtung angebracht sein, und damit bei sich verändernder Azimutposition der Gondel entsprechend die Blickrichtung ändern.

[0043] Andererseits kann die Kamera jedoch auch (mit der Gondel) verschwenkbar ausgeführt werden, so dass ein Betrachter die Blickrichtung verändern kann. Eine solche Kamera, z. B. in einem Windpark auf einer der Anlagen installiert, gestattet einerseits einen Schwenk über den gesamten Windpark und andererseits bei schönem Wetter und klarer Sicht über die Landschaft.

[0044] Kombiniert man nun eine solche Kamera noch mit einem Sichtweitenmessgerät, kann z. B. die Kameraposition in einer Karte eingeblendet werden. Zusätzlich kann in der Karte die aktuelle Blickrichtung der Kamera sowie die Sichtweite angegeben werden und in einem Fenster kann das aktuelle Kamerabild dargestellt werden.

[0045] Hieraus ergeben sich sehr attraktive Internet-Angebote, die neben einem rein optischen Reiz durchaus auch Lerneffekte vermitteln können. So bietet die Erfindung auch die Möglichkeit, wenn auf einer Karte eine Entfernung in einer bestimmten Himmelsrichtung abgetragen wird, einen visuellen Eindruck davon in der Natur zu erhalten.

[0046] Weitere Anwendungen könnten z. B. Feuerüberwachungen oder andere Kontrollmöglichkeiten wie z. B. eine Überwachung des Verkehrsaufkommens auf einer Autobahn o. ä. sein. Ist die Kameraposition entlang des Turmes in der Höhe veränderbar, ergeben sich durch veränderbare Höhen weitere Anwendungsmöglichkeiten.

[0047] Zusammengefasst kann also die Kamera, die den optischen Aufnehmer bildet, innerhalb der Gondel einer Windenergieanlage (also des Teils der Windenergieanlage, in der üblicherweise der Generator untergebracht ist), verfahren oder so verschwenkt werden, dass der jeweilige aufzunehmende Ort an- oder ausgeleuchtet wird.

[0048] Wenn insbesondere Temperaturerhöhungen festgestellt werden sollen, kann der optische Aufnehmer auch als Infrarot-Aufnehmer (Infrarot-Kamera) ausgestaltet sein, so dass dann auch ohne Ausleuchtung thermisch kritische Teile der Windenergieanlage überwacht werden können.

[0049] Selbstverständlich kann auch die Kamera selbst den Schallaufnehmer, also das Mikrofon, aufnehmen, so dass dann eine kompakte Einheit geschaffen wird, mit der die Überwachung der Windenergieanlage bzw. dessen Innenen durchgeführt werden kann.

[0050] Es ist auch möglich, die Kamera im Bereich des

Turmfußes unterzubringen, um beispielsweise dort Anlagenteile, wie Wechselrichter oder Transformator zu überwachen.

[0051] Die dem jeweiligen optischen Aufnehmer zugeordneten Leuchtmittel können entweder ständig angeschaltet sein oder auch bevorzugt mittels Fernbedienung eingeschaltet werden und zwar immer dann, wenn die Aufnahme mit dem optischen Aufnehmer erfolgt. Sämtliche Bilder des optischen Aufnehmers können auch mittels entsprechender Einrichtung, z. B. eines Modems, an eine Zentrale geschickt werden, wo dann eine zentrale Überwachung von mehreren Anlagen erfolgt.

[0052] Sind die Leuchtmittel – wie vorbeschrieben auch ein Mikrofon – an der Kamera selbst angebracht, ist das Leuchtmittel stets mit der Kamera zusammen verschwenkbar/verfahrbar und eine ausreichende Ausleuchtung des Aufnahmeortes gewährleistet.

[0053] Im Übrigen können aber die Leuchtquellen auch separat verschwenkbar sein, falls dies erforderlich ist.

[0054] Ist der vorbeschriebene Schallaufnehmer ein Richtmikrofon, kann mittels eines solchen Aufnehmers die Hauptrichtung entstehenden Schalls festgestellt werden. Wird dieses mittels einer Steuereinrichtung vorgenommen, kann hieraus ein Steuersignal für den optischen Aufnehmer abgeleitet werden, so dass der optische Aufnehmer auf den Hauptort der Schallerzeugung ausgerichtet wird.

[0055] Es ist auch möglich, den optischen Aufnehmer als sog. "Web-Cam" auszustatten, so dass der Betreiber der Windenergieanlage (oder andere Internet-Nutzer) sich stets ein Bild von seiner eigenen Anlage bzw. dessen Inneren machen kann und ständig weiß, ob die Anlage noch funktioniert.

[0056] Ist ein weiterer optischer Aufnehmer auf der Gondel oder am Turm positioniert, ist es auch möglich, eine Beobachtung der Umgebung der Windenergieanlage durchzuführen, was beispielsweise für die Verkehrsbeobachtung oder auch zur Feuerbeobachtung (dann sind insbesondere Infrarot-Aufnehmer zu empfehlen) sehr vorteilhaft sein kann.

[0057] Fig. 1 zeigt im Prinzip den Querschnitt durch eine Gondel einer Windenergieanlage mit einem Gondelgehäuse 1 sowie einen Rotor 2 und einen mit dem Rotor gekoppelten Generator 3 und einen Turm 4 der Windenergieanlage. Innerhalb der Gondel sind als optische Aufnehmer zwei Kameras 5 und 6 untergebracht, die im Wesentlichen auf den Generator ausgerichtet sind. Die Kameras sind entlang einer Schiene verfahrbar, jedoch auch verschwenkbar und mit den Kameras können auch noch andere Ansichten der Gondel aufgenommen werden, insbesondere auch Teile des Rotors bzw. der Rotornabe. Den in Fig. 1 dargestellten Kameras ist es möglich, insbesondere den Generator, also dessen feste und bewegliche Teile hinsichtlich ihrer Funktion auch optisch zu überwachen.

[0058] Selbstverständlich können die Kameras auch Mikrofone zur Schallaufnahme aufnehmen oder die Mikrofone sind an ähnlichen Stellen wie die Kameras angeordnet, so dass der Schall innerhalb der Gondel hiermit aufgenommen werden kann.

[0059] Fig. 2 zeigt einen anderen Aufbau einer Windenergieanlagen-Gondel, wobei der Rotor 2 mit dem Generator 3 über ein Getriebe 7 verbunden ist. Mittels der in der Gondel untergebrachten Kameras 5 oder 6 ist es mithin möglich, sowohl den Generator als auch das Getriebe optisch zu überwachen.

[0060] Ist ein Mikrofon-Schallaufnehmer in der Gondel untergebracht (oder mehrere hiervon), ist auch die akustische Überwachung der vorgenannten Teile der Windenergieanlage möglich, insbesondere die akustische Überwa-

chung des Getriebes und des Generators.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung einer Windenergieanlage, wobei im Innern der Windenergieanlage bevorzugt dort, wo elektrische oder mechanische Einheiten zum Einsatz kommen, mittels eines Schallaufnehmers der dort entstehende Schall aufgenommen wird, wobei ferner ein optischer Aufnehmer, z. B. eine Kamera, vorgesehen ist, die auf den Ort entstehenden Schalls gerichtet oder ausrichtbar ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der optische Aufnehmer verfahrbar und/oder verschwenkbar und/oder so auf einen gewünschten Zielort einstellbar ist.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der optische Aufnehmer auf einer Schiene fahrbar angeordnet ist und die Schiene bevorzugt einen geschlossenen Ring bildet, welcher kreisrund oder elliptisch ist und insbesondere mit der Kamera eine Innenansicht der gesamten Gondel der Windenergieanlage erstellt werden kann.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der optische Aufnehmer ein Infrarot-Aufnehmer ist, mittels dessen bestimmte Teile der Innenanlage der Windenergieanlage auf eine Erwärmung beobachtbar sind.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb des Inneren der Windenergieanlage Leuchtmittel vorgesehen sind, die eingeschaltet sind oder bevorzugt mittels Fernwirkung eingeschaltet werden können, wenn der optische Aufnehmer aktiviert wird, wobei die Leuchtmittel bevorzugt in der Nähe des optischen Aufnehmers angeordnet sind und den Ort, auf den der Aufnehmer gerichtet ist, ausleuchten.

6. Verfahren zur Überwachung einer Windenergieanlage nach einem der vorherigen Ansprüche mit Schritten:

- Aufnehmen eines Referenz-Geräuschspektrums einer Windenergieanlage und/oder Teile davon an zumindest einer bestimmten Stelle der Anlage,
- Speichern dieses Referenzspektrums in einer Speichereinrichtung,
- Aufnehmen des Betriebs-Geräuschspektrums während des Betriebs an der/den bestimmten Stellen der Anlage,
- Vergleichen des aufgenommenen Betriebs-Geräuschspektrums mit dem gespeicherten Referenzspektrum, und
- Erfassen von Abweichungen zwischen dem Betriebs-Geräuschspektrum und dem Referenzspektrum.

7. Verfahren zur Überwachung einer Windenergieanlage nach einem der vorherigen Ansprüche mit den Schritten:

- Speichern eines Referenz-Geräuschspektrums einer Windkraftanlage und/oder Teile davon in einer Speichereinrichtung,
- Aufnehmen des Betriebs-Geräuschspektrums während des Betriebs an der/den bestimmten Stellen der Anlage,
- Vergleichen des aufgenommenen Betriebs-Geräuschspektrums mit dem gespeicherten Referenzspektrum, und
- Erfassen von Abweichungen zwischen dem Be-

triebs-Geräuschspektrum und dem Referenzspektrum.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Betriebs-Geräuschspektrum kontinuierlich oder wiederkehrend während des Betriebs an der/den bestimmten Stellen der Anlage aufgenommen wird. 5
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die erfassten Abweichungen zwischen dem Betriebs-Geräuschspektrum und dem Referenzspektrum an eine Fernüberwachungszentrale übermittelt werden. 10
10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die ursprünglichen Geräusche, die die Abweichungen zwischen dem Betriebs- und dem Referenzspektrum verursacht haben, an die Fernüberwachungszentrale übermittelt werden. 15
11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei aus den ursprünglichen Geräuschen Geräuschmuster gebildet und daraus eine akustische Datenbank aufgebaut werden.
12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Windenergieanlage abgeschaltet wird, wenn die Abweichungen zwischen Betriebsspektrum und Referenzspektrum einen vorgegebenen Schwellwert überschreiten. 20
13. Windenergieanlage mit wenigstens einem Schallaufnehmer an zumindestens einer bestimmten Stelle der Anlage zum Aufnehmen eines Geräusches der Anlage und/oder eines Geräuschspektrums der Anlage sowie einem optischen Aufnehmer, vorzugsweise einer Kamera, die in der Nähe des Schallaufnehmers angeordnet ist und die auf den Ort, an dem Schall entsteht, ausgerichtet und/oder ausrichtbar ist. 25
14. Windenergieanlage nach einem der vorherigen Ansprüche mit zumindest einem Schallaufnehmer an zumindest einer bestimmten Stelle der Anlage zum einmaligen Aufnehmen des Referenz-Geräuschspektrums und zum kontinuierlichen Aufnehmen des Betriebs-Geräuschspektrums der Windenergieanlage und/oder Teile davon, einer Speichereinrichtung zum Speichern des Referenzspektrums der Anlage, und einer Datenverarbeitungseinrichtung zum Vergleichen des aufgenommenen Betriebs-Geräuschspektrums mit dem gespeicherten Referenzspektrum und zum Erfassen von Abweichungen zwischen dem Betriebs-Geräuschspektrum und dem Referenzspektrum, wobei die Windenergieanlage gegebenenfalls abgeschaltet wird, wenn die Abweichungen zwischen Betriebsspektrum und Referenzspektrum einen vorgegebenen Schwellwert überschreiten. 30 35 40 45

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

60

65

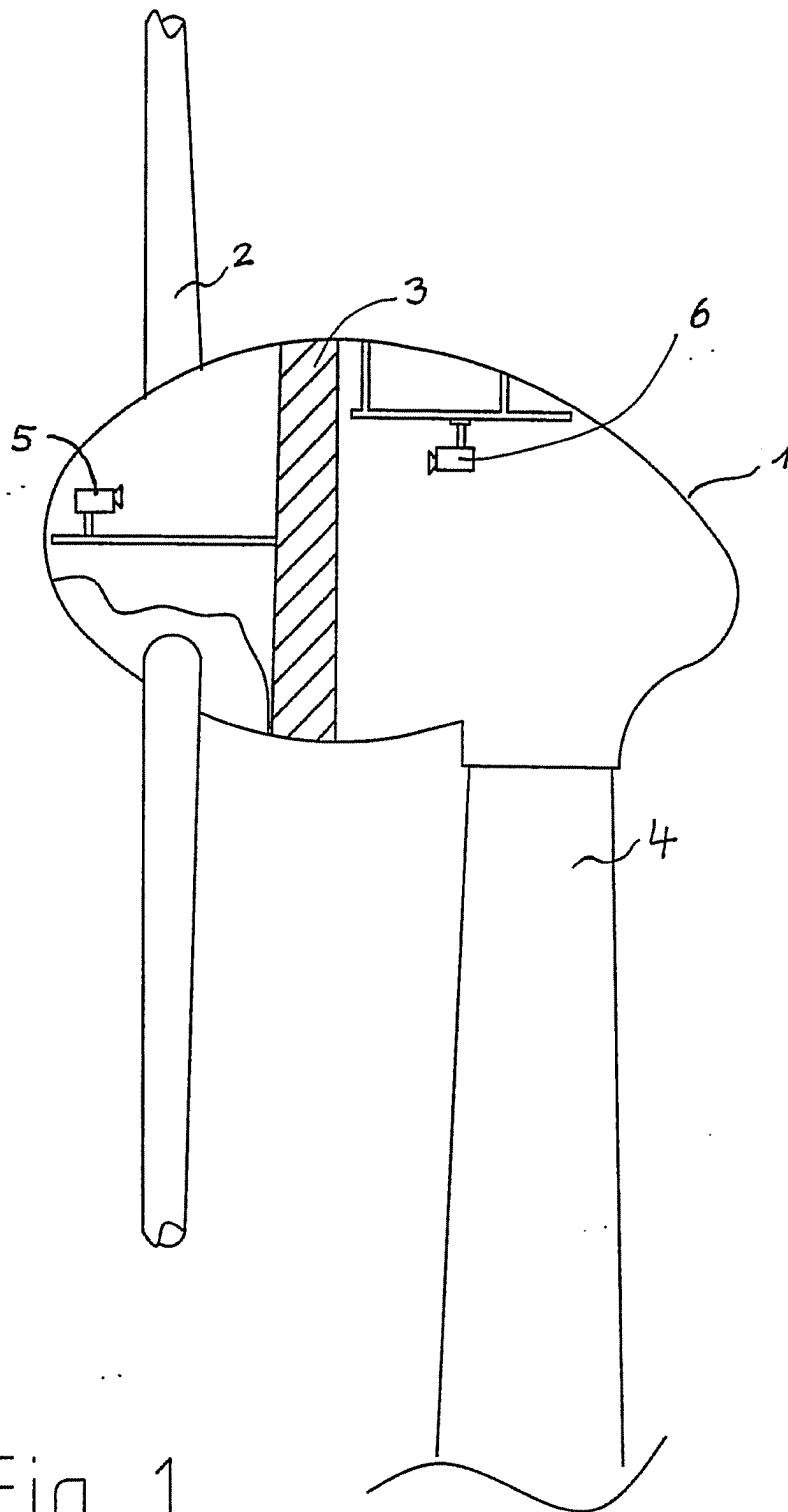


Fig. 1



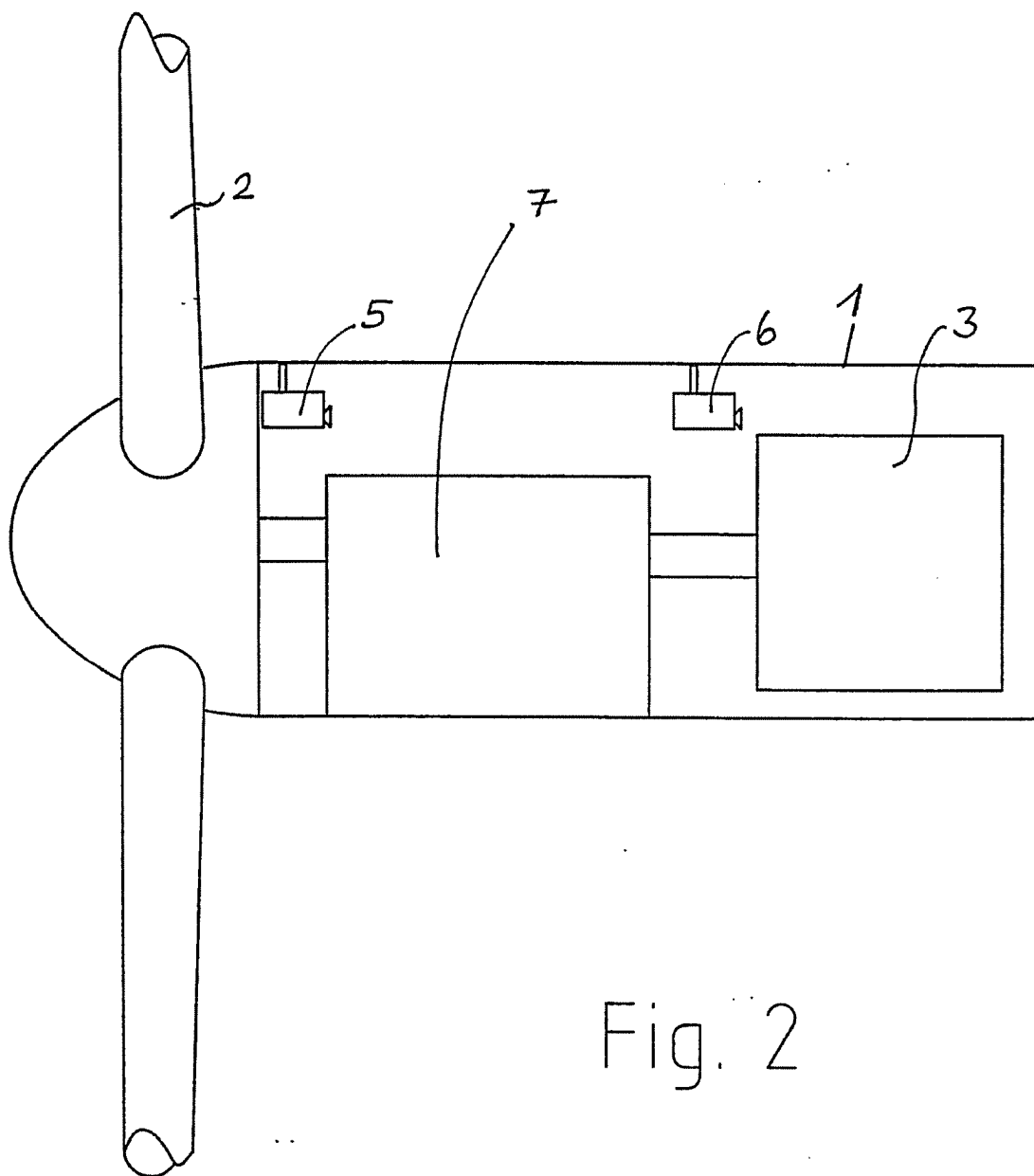


Fig. 2